

Mô hình tính toán chi phí vòng đời sản phẩm cho xe vận tải Kamaz

Vũ Ngọc Tuấn^{1*}, Nguyễn Trung Kiên¹, Lê Đình Sơn², Trần Văn An², Phùng Tuấn Anh³, Nguyễn Thanh Dương⁴

¹Viện Cơ khí Động lực, Học viện Kỹ thuật Quân sự, 236 Hoàng Quốc Việt, phường Cổ Nhuế 1, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

²Viện Công nghệ Thông tin và Truyền thông, Học viện Kỹ thuật Quân sự, 236 Hoàng Quốc Việt, phường Cổ Nhuế 1, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

³Khoa Cơ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự, 236 Hoàng Quốc Việt, phường Cổ Nhuế 1, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

⁴Khoa Chỉ huy Tham mưu Kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật Quân sự, 236 Hoàng Quốc Việt, phường Cổ Nhuế 1, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 29/5/2023; ngày chuyển phân biện 31/5/2023; ngày nhận phân biện 22/6/2023; ngày chấp nhận đăng 26/6/2023

Tóm tắt:

Hiện nay, việc nghiên cứu về vòng đời cũng như quản lý vòng đời sản phẩm đang được nhiều nước quan tâm, đặc biệt là đối với những sản phẩm có độ phức tạp cao, tuổi thọ dài. Một trong những nội dung của quản lý vòng đời là tính toán, xác định chi phí vòng đời sản phẩm. Việc tính toán chi phí vòng đời sản phẩm sẽ cho phép nhà quản lý, người sử dụng biết chi phí cần phải bỏ ra để mua sắm sản phẩm, các chi phí cần phải dự trù trong quá trình khai thác như chi phí sửa chữa, bảo trì, chi phí thanh lý tiêu hủy, cũng như cho biết hiệu quả kinh tế của việc mua sắm và khai thác sử dụng sản phẩm đó. Bài báo trình bày mô hình tính toán chi phí vòng đời cho xe ô tô và thực hiện tính toán cụ thể cho xe Kamaz 43119/43118. Kết quả tính toán cho phép đánh giá mức độ đóng góp của các thành phần chi phí trong vòng đời sản phẩm, từ đó cho phép nhà quản lý xây dựng dự trù tài chính cho các giai đoạn vòng đời và so sánh được chi phí vòng đời của sản phẩm tính toán với các loại sản phẩm đang lưu hành để có lựa chọn phù hợp.

Từ khóa: chi phí theo vòng đời sản phẩm, dự đoán chi phí, mô hình tính toán chi phí, vòng đời sản phẩm.

Chỉ số phân loại: 2.11

1. Đặt vấn đề

Khái niệm vòng đời sản phẩm hiện nay được ứng dụng rộng rãi cho các sản phẩm công nghiệp có thời gian sử dụng dài, ví dụ như máy bay, tàu chiến, phương tiện cơ giới đường bộ, các trang bị công nghệ [1]. Thông thường vòng đời được hiểu gồm các giai đoạn: nghiên cứu và lập luận chứng thiết kế - thiết kế - chế tạo, sản xuất - khai thác, vận hành - thanh lý, tiêu hủy [2, 3].

Gắn với khái niệm vòng đời sản phẩm là khái niệm “chi phí vòng đời sản phẩm” (Lifecycle cost - LCC). Đây là một trong những đặc tính quan trọng của bất kỳ sản phẩm công nghiệp phức tạp nào. Chính vì vậy, việc tính toán chi phí vòng đời của các sản phẩm này cũng là một bài toán được các nhà quản lý và sản xuất quan tâm. Theo nghĩa đầy đủ, chi phí vòng đời sản phẩm thông thường bao gồm: chi phí nghiên cứu; chi phí thiết kế và chế tạo sản phẩm; chi phí đưa sản phẩm vào vận hành; chi phí khai thác; chi phí duy trì trạng thái kỹ thuật của sản phẩm (bảo dưỡng, sửa chữa) và chi phí thanh lý/tiêu hủy khi hết thời gian vòng đời [4]. Đối với các sản phẩm được mua, nhập về sử dụng thì khái niệm chi phí vòng đời sẽ bao gồm các chi phí chính sau: chi phí mua sắm ban đầu; chi phí khai thác, chi phí bảo trì, bảo dưỡng; chi phí sửa chữa; chi phí thanh lý/tiêu hủy [4].

Khi tính toán chi phí vòng đời sản phẩm, cần sử dụng các dữ liệu nhận được khi phân tích độ tin cậy: cường độ hỏng hóc, thời gian sửa chữa - khôi phục hoạt động... cũng như chi phí vật tư, phụ tùng, chi phí cho thiết bị và dụng cụ bổ trợ, chi phí nhân công. Các dữ liệu này càng chính xác thì kết quả tính toán chi phí vòng đời càng gần với thực tế và hiệu quả ra các quyết định quản lý càng cao... Kết quả tính toán chi phí vòng đời sản

phẩm sẽ cho phép nhà quản lý, người sử dụng biết chi phí cần phải bỏ ra để mua sắm sản phẩm, các chi phí cần phải dự trù trong quá trình khai thác, cũng như cho biết hiệu quả kinh tế của việc mua sắm và khai thác sử dụng sản phẩm đó. Chi phí vòng đời cũng có thể được tính cho các loại sản phẩm, trang bị từ các nhà sản xuất khác nhau hoặc với mức độ hiện đại khác nhau để giúp so sánh, lựa chọn trang bị phù hợp với khả năng công nghệ và tài chính.

Bài báo trình bày mô hình tính toán chi phí vòng đời cho xe ô tô Kamaz và ví dụ tính toán cụ thể cho xe Kamaz 43119/43118.

2. Mô hình tính toán chi phí vòng đời cho xe Kamaz

Theo E.B. Sudov và cs (2014) [1], thông thường tổng chi phí trong các chu kỳ trên được chia thành chi phí mua sắm, chi phí sở hữu và chi phí tiêu hủy. Đối với mô hình sơ bộ có thể chia LCC thành 5 nhóm:

$$LCC = C_p + C_{OMC} + C_{OMP} + C_{OMO} + C_D \quad (1)$$

trong đó: C_p : chi phí đầu tư mua sắm ban đầu (Purchase cost); C_{OMC} : chi phí sửa chữa; C_{OMP} : chi phí bảo trì dự phòng; C_{OMO} : chi phí khai thác sử dụng; C_D : chi phí thanh lý/tiêu hủy.

2.1. Chi phí đầu tư mua sắm ban đầu

Chi phí mua sắm có thể tính qua công thức sau:

$$C_p = C_{CD} + C_{DD} + C_M + C_S + C_G \quad (2)$$

trong đó: C_{CD} : chi phí của chu kỳ xác định yêu cầu đối với xe ô tô; C_{DD} : chi phí thiết kế và phát triển xe ô tô; C_M : chi phí chu kỳ sản xuất xe ô tô; C_S : chi phí của chu kỳ bán xe ô tô; C_G : chi phí đảm bảo sửa chữa trong thời gian bảo hành.

*Tác giả liên hệ: Email: tuan.vungoc@lqdtu.edu.vn

Mathematical model for the calculation of life cycle cost of the Kamaz truck

Ngoc Tuan Vu^{1*}, Trung Kien Nguyen¹, Dinh Son Le²,
Van An Tran², Tuan Anh Phung³, Thanh Duong Nguyen⁴

¹Vehicle and Energy Engineering, Military Technical Academy,

236 Hoang Quoc Viet Street, Co Nhue 1 Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam

²Institute of Information and Communication Technology, Military Technical Academy,

236 Hoang Quoc Viet Street, Co Nhue 1 Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam

³Faculty of Mechanical Engineering, Military Technical Academy,

236 Hoang Quoc Viet Street, Co Nhue 1 Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam

⁴Faculty of Technical Management, Military Technical Academy,

236 Hoang Quoc Viet Street, Co Nhue 1 Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam

Received 29 May 2023; revised 22 June 2023; accepted 26 June 2023

Abstract:

Currently, research on life cycle and product life cycle management is of interest in many countries, especially for products of high complexity and long service life. One of the issues of product life cycle management is the calculation and determination of product life cycle costs. Calculating the product life cycle costs will allow managers and users to know the cost that needs to be spent on acquiring the product (purchase cost), as well as corrective maintenance cost, preventive maintenance cost, operation cost, disposal cost, and also indicates the economic efficiency of purchasing, operating and using this product. This paper presents the mathematical model allowing a truck's life cycle cost calculation and performs calculations for a specific Kamaz 43119/43118 truck. The calculation results allow evaluation of the contribution level of the cost components in the product life cycle, thus allowing managers to build financial estimates for the life cycle stages and compare the calculated product life cycle costs with the types of products in suitable circulation.

Keywords: costing modelling, cost prediction, product lifecycle, product lifecycle cost.

Classification number: 2.11

2.2. Tính toán sửa chữa và chi phí bảo trì

Tổng chi phí bảo trì phương tiện bao gồm cả chi phí bảo trì sửa chữa vào bảo trì dự phòng được tính theo công thức sau:

$$C_{OM} = C_{OMC} + C_{OMP} \quad (3)$$

trong đó: C_{OM} : chi phí bảo trì; C_{OMC} : chi phí sửa chữa giữa các lần hỏng; C_{OMP} : chi phí bảo trì dự phòng.

Để tính toán dự trù chi phí cho bảo trì sửa chữa, các hàm toán học được mô tả như sau:

$$C_{OMC} = \left(\frac{C_R}{\Phi} \cdot t + C_{scv} \cdot t \cdot t_0 \left(\frac{1}{t_{scl}} - \frac{1}{t_{scl}} \right) + C_{scl} \cdot t \cdot t_0 \frac{1}{t_{scl}} \right) (1 + L_p) \quad (4)$$

trong đó: C_{OMC} : chi phí dự trù cho sửa chữa trong quá trình sử dụng; t : thời gian sử dụng tính theo năm; t_0 : quãng đường trung

binh xe chạy trong 1 năm; Φ : quãng đường trung bình giữa các lần hư hỏng; C_R : chi phí trung bình cho mỗi lần sửa chữa, bao gồm cả vật tư và nhân công; C_{scv} , C_{scl} là chi phí trung bình cho mỗi lần sửa chữa vừa, sửa chữa lớn bao gồm cả vật tư và nhân công; t_{scv} , t_{scl} là quãng đường tiêu chuẩn đến sửa chữa vừa, sửa chữa lớn; L_p là tỷ lệ lạm phát trung bình năm.

Dự toán chi phí bảo dưỡng dự phòng được xác định như sau:

$$C_{OMP} = \left(C_M \cdot t + C_{bd1} \cdot t \cdot t_0 \left(\frac{1}{t_{bd1}} - \frac{1}{t_{bd2}} \right) + C_{bd2} \cdot t \cdot t_0 \frac{1}{t_{bd2}} \right) (1 + L_p) \quad (5)$$

trong đó: C_{OMP} : chi phí dự trù để đảm bảo bảo trì dự phòng trong giai đoạn khai thác sử dụng t ; C_M : chi phí trung bình đảm bảo cho bảo trì dự phòng, bao gồm các chi phí về nguyên vật liệu và nhân công trong 1 đơn vị thời gian lao động; C_{bd1} , C_{bd2} là chi phí trung bình cho mỗi lần bảo dưỡng 1 và 2, bao gồm cả vật tư và nhân công; t_{bd1} , t_{bd2} là quãng đường tiêu chuẩn đến sửa chữa vừa, sửa chữa lớn.

2.3. Dự đoán chi phí sử dụng phương tiện

Chi phí cho quá trình sử dụng phương tiện, hay chi phí cho khai thác vận hành được xác định qua các thành phần sau:

$$C_{OMO} = C_F + C_{OL} + C_T + C_{AB} + C_{IRT} + C_{MT} + C_{TC} + C_E \quad (6)$$

Với:

$$C_F = \frac{C_{af}}{100} \cdot P_F \cdot t_0 \quad (7)$$

$$C_{OL} = \frac{C_{aof}}{100} \cdot P_{OL} \cdot t_0 \quad (8)$$

$$C_T = \frac{t_0}{d_{aT}} \cdot n_T \cdot P_T \quad (9)$$

$$C_{AB} = \frac{t_0}{d_{aAB}} \cdot n_{AB} \cdot P_{AB} \quad (10)$$

$$C_{IRT} = C_I + C_{RT} \quad (11)$$

trong đó: C_{OMO} : chi phí dự đoán cho khai thác sử dụng; C_{af} : mức tiêu thụ nhiên liệu trung bình (lít/100 km); P_F : đơn giá 1 lít nhiên liệu (giá/lít); t_0 : quãng đường hoạt động trong 1 năm (km); C_{OL} : mức tiêu thụ trung bình của dầu mỡ nhờn (lít/100 km); P_{OL} : đơn giá dầu mỡ nhờn (giá/lít); d_{aT} : quãng đường sử dụng trung bình của lốp (km); n_T : số lốp trên phương tiện; P_T : đơn giá lốp; d_{aAB} : quãng đường sử dụng trung bình của ốc quy; n_{AB} : số lượng ốc quy trên xe; P_{AB} : đơn giá ốc quy; C_I : chi phí mua bảo hiểm; C_{RT} : thuế đường; tất cả các chi phí trên đều được tính kèm theo tỷ lệ lạm phát theo trung bình năm.

2.4. Dự đoán chi phí thanh lý tiêu hủy phương tiện

Chi phí cho thanh lý, tiêu hủy phương tiện có thể được xác định thông qua các thành phần sau đây:

$$C_D = C_{DD} + C_{DR} \quad (12)$$

trong đó: C_{DD} : chi phí cho việc tháo dỡ và di chuyển các chi tiết máy; C_{DR} : chi phí cho việc tái sử dụng và tiêu hủy an toàn.

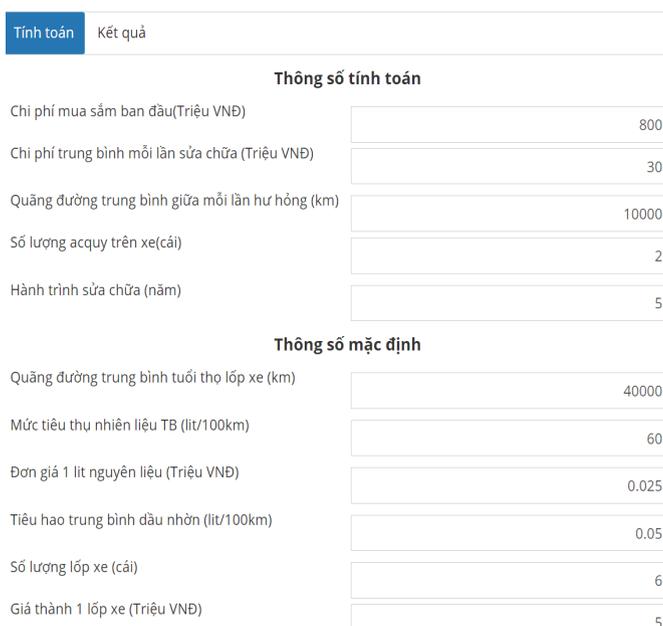
3. Kết quả và bàn luận

Số liệu đầu vào (được thống kê từ đơn vị sử dụng và tài liệu nhà sản xuất cung cấp) và kết quả tính toán cho 1 xe Kamaz 43119/43118 được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Số liệu đầu vào tính toán.

STT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị tính
1	Chi phí mua sắm ban đầu	C_p	830	Triệu đồng
2	Chi phí trung bình cho mỗi lần sửa chữa	C_R	20	Triệu đồng
3	Thời gian sử dụng	t	25	Năm
4	Hành trình trung bình giữa các lần hư hỏng	Φ	10.000	km
5	Chi phí trung bình cho bảo dưỡng dự phòng	C_M	2	Triệu đồng
6	Quãng đường tiêu chuẩn đến bảo dưỡng cấp 1	t_{bd1}	2.000	km
7	Quãng đường tiêu chuẩn đến bảo dưỡng cấp 2	t_{bd2}	10.000	km
8	Quãng đường tiêu chuẩn đến sửa chữa vừa	t_{scv}	35.000	km
9	Quãng đường tiêu chuẩn đến sửa chữa lớn	t_{scl}	70.000	km
10	Chi phí trung bình cho bảo dưỡng cấp 1	C_{bd1}	10	Triệu đồng
11	Chi phí trung bình cho bảo dưỡng cấp 2	C_{bd2}	25	Triệu đồng
12	Chi phí trung bình cho sửa chữa vừa	C_{scv}	25	Triệu đồng
13	Chi phí trung bình cho sửa chữa lớn	C_{scl}	45	Triệu đồng
14	Mức tiêu thụ nhiên liệu trung bình (theo tài liệu hướng dẫn sử dụng)	c_{af}	60	Lít/100 km
15	Đơn giá 1 lít nhiên liệu	p_f	0,025	Triệu đồng
16	Quãng đường hoạt động trung bình trong 1 năm	t_0	5.000	km
17	Mức tiêu thụ trung bình của dầu nhờn	c_{aof}	0,05	Lít
18	Đơn giá dầu mỡ	p_{ol}	0,03	Triệu đồng
19	Số lốp trên phương tiện (không tính lốp dự phòng)	n_l	6	Cái
20	Đơn giá lốp	p_l	5,0	Triệu đồng
21	Quãng đường sử dụng trung bình của lốp	d_{rl}	40.000	km
22	Số lượng ắc quy trên xe	n_{ab}	2	Bộ
23	Đơn giá ắc quy	p_{ab}	5	Triệu đồng
24	Chi phí mua bảo hiểm	C_i	0	Triệu đồng
25	Thuế đường bộ	C_{rt}	8,64	Triệu đồng
26	Tỷ lệ lạm phát trung bình năm	L_p	6	%
27	Chi phí cho tháo dỡ và di chuyển	C_{dd}	10	Triệu đồng
28	Chi phí cho tái sử dụng và tiêu hủy	C_{dr}	20	Triệu đồng

Các thông số đầu vào, mô hình toán học tính toán được hoàn thiện trên hệ thống phần mềm hoạt động trên giao diện web giúp hỗ trợ, quản lý và tính toán dự trù chi phí theo vòng đời sản phẩm (hình 1).



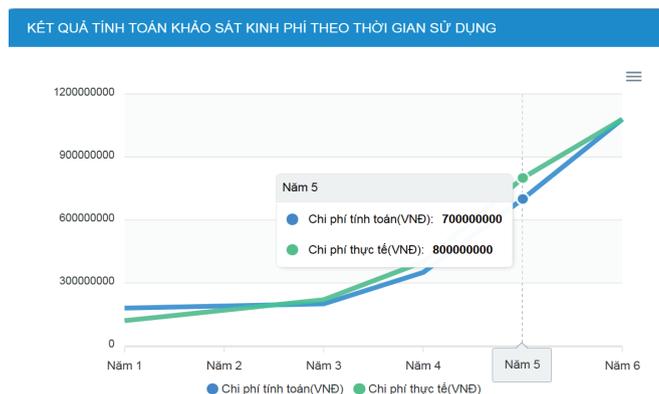
Hình 1. Giao diện nhập thông số đầu vào trên phần mềm Quản lý vòng đời sản phẩm.

Giá trị tổng chi phí theo vòng đời tính theo số năm sử dụng tương ứng được tính cùng với giá mua sắm ban đầu (830 triệu đồng).

Với mô hình toán học được thiết lập, chi phí theo vòng đời được tính toán cho 1 xe được thể hiện ở bảng 2 và hình 2. Với bộ thông số đầu vào, kết quả đầu ra là chi phí dự kiến theo năm sử dụng được so sánh với tổng chi phí thực tế cho từng xe. Các kết quả này giúp cho công tác lập kế hoạch dự trù kinh phí

Bảng 2. Kết quả tính toán chi phí theo vòng đời (triệu đồng).

Chi phí	Năm sử dụng (năm)						
	1	2	3	5	10	15	25
Bảo trì, sửa chữa	68,90	111,30	180,20	318,00	604,20	922,20	1950,40
Sử dụng	95,36	190,73	286,09	476,81	953,63	1430,44	2384,07
Tổng	1020,36	1155,73	1316,09	1636,81	2383,63	3160,44	5084,07



Hình 2. Kết quả tính toán khảo sát kinh phí theo thời gian sử dụng.

cũng như có thể cho phép đối sánh với kinh phí tiêu hao thực tế được cập nhật liên tục theo lý lịch hoạt động của xe (ví dụ ở hình 2). Mọi thao tác và kết quả trên được thực hiện dễ dàng thông qua giao diện hệ thống phần mềm là sản phẩm của đề tài.

Tuy nhiên, một số thông số đầu vào cần được xử lý qua bộ số liệu thống kê nhiều năm. Việc này hoàn toàn có thể thực hiện được nếu việc triển khai áp dụng phần mềm được liên tục theo nhiều năm tại nhiều đơn vị và được cập nhật thông số theo thời gian thực sử dụng trang thiết bị. Đồng thời, hướng phát triển tiếp theo là ứng dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo nhằm phân tích đánh giá sơ bộ dữ liệu làm đầu vào cho quá trình tính toán ước lượng.

4. Kết luận

Thông qua việc thiết lập được mô hình toán học phục vụ tính toán chi phí theo vòng đời sản phẩm (ví dụ tính toán được thực hiện cho 1 xe Kamaz) đã giúp tính toán ước lượng được cụ thể tổng chi phí, cũng như các loại chi phí khác (chi phí bảo trì - sửa chữa, chi phí sử dụng). Mô hình toán được kiểm chứng với các kết quả tính toán được trình bày trên các nghiên cứu có liên quan thể hiện sự chính xác và độ tin cậy của kết quả tính toán. Mô hình toán học được cụ thể hóa thông qua phần mềm vận hành trên nền tảng web, với giao diện thân thiện, dễ

sử dụng hỗ trợ rất lớn cho các đơn vị trong công tác quản lý, lập kế hoạch, dự trù kinh phí. Việc hiệu chỉnh mô hình toán và tích hợp lên phần mềm cho phép tính toán chi phí cho các loại trang thiết bị khác sẽ là hướng phát triển tiếp theo của nghiên cứu này.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin cảm ơn Chương trình “Hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ của công nghiệp 4.0”, mã số KC-4.0/19-25 đã tài trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] E.V. Sudov, A.I. Levin (2014), *Levin Logistics Support Analysis - Theory and Practics*, Inform - Beaurio, 260pp (in Russian).
- [2] T. Petrik (2007), *Process and Value Management of Companies in Organizations - Cost Technique Complex Management Method: ABC/ABM (Activity Based Costing/Activity Based Management)*, Linde, 911pp (in Czech).
- [3] J. Seif, M. Rabbani (2014), “Component based life cycle costing in replacement decisions”, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, **20(4)**, pp.436-452.
- [4] Military Technical Academy 2021 (2021), *Thesis of National Science and Technology Research Project: 'Research and Digital Transformation of Maintenance Model for Technical Equipments by Using Product Life Cycle Management' (code number: KC-4.0-21/19-25)* (in Vietnamese).